

УДК 624.1

Самедов А.М., д.т.н. профессор; Ткач Д.В., асп.; НТУУ «КПИ», г.Киев, Украина

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ ПРИЛЕЖАЩИХ ОБЪЕКТОВ В ПРИСУТСТВИИ СЛАБОГО ПОДСТИЛАЮЩЕГО СЛОЯ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Введение. Определены компоненты главных напряжений, возникающих в соседнем коммуникационном сооружении в виде колодца под влиянием тяжелых длинно размерных подземных сооружений. В инженерной практике часто встречаются примеры разрушения подземных коммуникационных сооружений, которые находятся в зоне действия наиболее тяжелых подземных сооружений. Причиной разрушения этих сооружений может оказаться влияние напряжений от действия тяжелого сооружения на слабый подстилающий слой, деформирующих подземное коммуникационное сооружение.

Известны в литературе методы определения напряженного состояния массива грунтов от внешних нагрузок [1–6], однако они не дают исчерпывающего ответа при оценке напряженного состояния подземных сооружений в зоне влияния соседнего тяжелого сооружения. Отсюда вытекает актуальность данной статьи.

Изложение результатов анализа. Известно, что решающее влияние на изменение характера разрушения подземных сооружений оказывают наиболее тяжелые подземные сооружения, находящиеся вблизи данного объекта. Хотя наиболее тяжелые подземные сооружения часто имеют глубокое заложение со значительными нагрузками от веса толщи вышележащих грунтов в боковой части сооружения, влияние их на разрушение соседних сооружений не исключается.

Правда, эта нагрузка исключает возможность разрушения основания в виде выпирания грунта на поверхность. Вследствие этого, достижение предельного состояния основания по прочности, не сопровождается резкой просадкой фундамента, поворотом и креном его в сторону, как это наблюдается в основаниях фундаментов мелкого заложения. Однако опасность разрушения не исключается.

Существенное влияние на разрушение соседних сооружений имеет не абсолютная, а относительная глубина заложения фундамента тяжелого подземного сооружения. С увеличением относительной глубины тяжелого подземного сооружения прочность основания сильно возрастает. Исходя из относительной глубины заложения, если принимать, что $0,5 < H/B \leq 2$ в сооружения относится к мелкому заложению, тогда разрушения оснований происходит в виде выпирания грунта на стороны и на поверхность. В таких случаях можно ожидать смещения и крен соседнего сооружения.

Для фундаментов, характеризуемых состоянием $2 < H/B \leq 4$, которые соответствуют развитию областей сдвигов грунтов до подошвы фундаментов, считается сооружения глубокого заложения. В таких случаях влияние тяжелого сооружения на соседние будет сопровождаться только смещением. Причем соседние сооружения находятся на расстоянии до $1 < H/B \leq 4$ (рис.1).

При очень большом заглублении подземных сооружений области сдвигов имеют небольшое развитие, график в зоне ВДЕ (рис. 1) приобретает примерно параболическое очертание, начиная от точки Д в сторону подземных сооружений. При этом область III пассивно сдвиговой зоны почти отсутствует. Величина осадки подземных сооружений значительно уменьшается, с увеличением относительного заглубления сооружений. В таких случаях, влияние давлений от подземных сооружений на соседнее сооружения резко уменьшается.

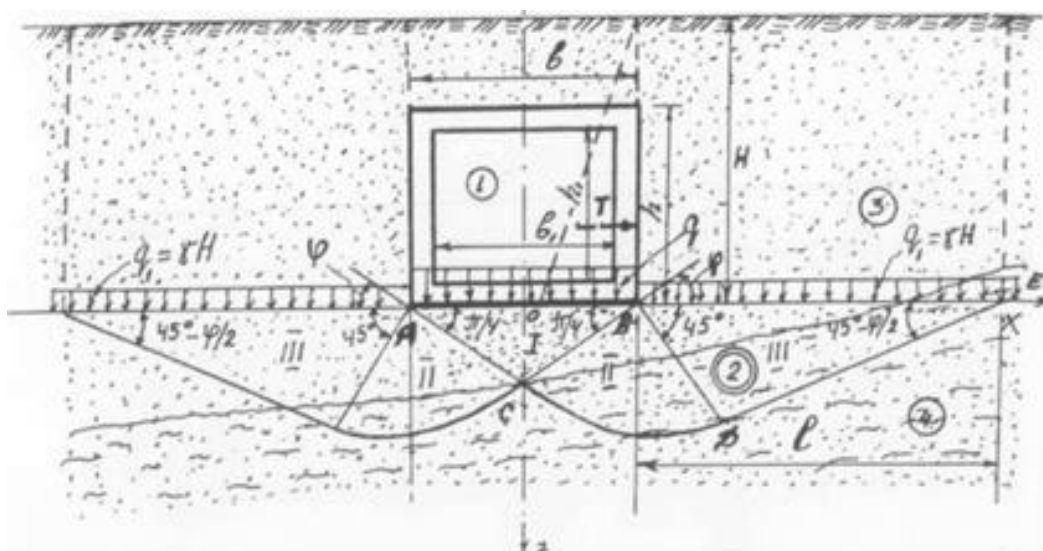


Рисунок 1 – Схема для определения влияния длинно размерных подземных сооружений (1) (в виде тяжелого сооружения) на прилежащее подземное сооружение (2) (в виде коммуникационного тоннеля); 3 - прочный грунт из песка средней крупности и средней плотности; 4 - слабый подстилающий слой из пылеватого песка во влажном состоянии.

Уплотнение ядра грунта:

I-радиально сдвиговая зона с ограничением логарифмической спиральной кривой; II и III - пассивно сдвиговые зоны с уменьшающимися напряжениями

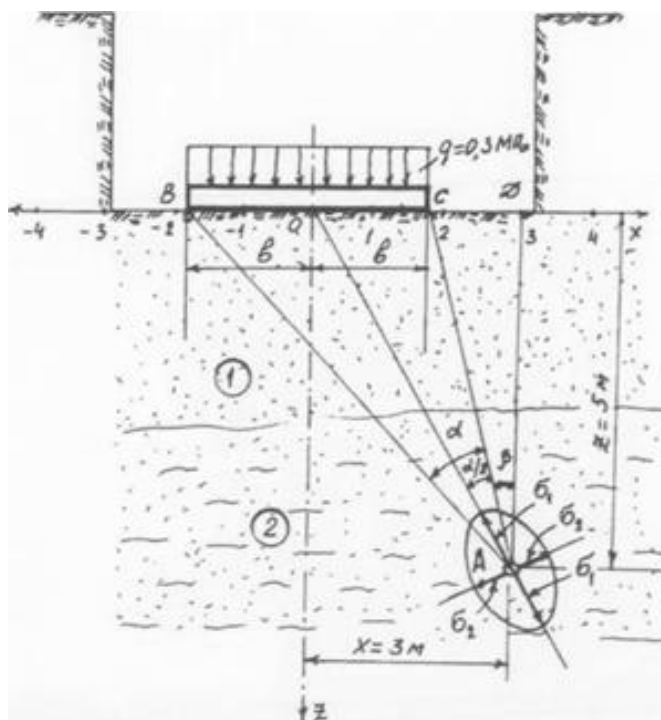


Рисунок 2 – Расчетная схема по определению напряженного состояния точечного объекта от нагрузки подземных туннелей. 1- Основания из песка средней крупности и средней плотности; 2-Слабый подстилающий слой из пылеватого песка в влажном состоянии.

Рассмотрим напряженное состояние подземного коммуникационного сооружения, находящие глубже от действующих нагрузок тяжелого длинно размерного подземного сооружения.

Допустим от подошвы фундаментов тяжелого подземного сооружения (перегонный тоннель метрополитена) на грунтовое основания действует равномерно распределенная полосовая нагрузка интенсивностью q .

На глубине массива грунтового основания внутри слабого подстилающего слоя, состоящего из пылеватого песка в влажном состоянии имеется городской коллектор, который может быть разрушен от действия нагрузки q . Требуется оценить напряженное состояние городского коллектора, чтобы выбрать соответствующие материалы для этого сооружения.

Задача относится к плоским напряженным состояниям и решения задачи выполним с помощью вычислений величины главных напряжений σ_1 и σ_2 . На поверхности коллектора при-

нимаем точку А. Точку А соединяем лучами с началом и концом действующей полосовой нагрузки q и получим угол α . Угол α называется углом видимости (рис. 2).

Нарисуем биссектрису угла α , которая делит его на 2 равные части. Биссектриса угла α будет характеризовать состояния одного главного сечения рассматриваемой точки А, а перпендикулярная к биссектрисе линия - состояния второго главного сечения.

Таким образом, направления главных сечений становится известными. Теперь вычисляем величины главных напряжений в точке А по следующему формулам:

$$\sigma_1 = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin(\alpha))$$

$$\sigma_2 = \frac{q}{\pi} (\alpha - \sin(\alpha))$$

Здесь угол α измеряется радианами.

Отмечаем величины σ_1 и σ_2 в определенном масштабе от точки А и строим эллипсоид.

Форма эллипсоида характеризует напряженное состояния данной точки А на поверхности коллектора от влияния нагрузок длинно размерных подземных сооружений.

Чем больше вытянутый эллипсоид, тем, в данной точке, компонент касательных напряжений имеет большую величину, а приближенные к окружности эти напряжения приближаются к нулю. Значит в этой точках, где форма эллипсоида более вытянутая, то объект подвергается к сдвиговым деформациям, а где форма эллипсоида приближается к кругу, там происходит сжатия от нормальных компонентов напряжений.

Рассмотрим решения данной задачи в численном примере.

Пример. Допустим от подземных тоннелей прямоугольного сечения шириной $2b=4.0$ м. на основание действует равномерно распределенная полосовая нагрузка интенсивностью $q=0,3$ МПа. На глубине активной зоны основания тоннелей находится коллектор, на поверхности которого отмечаем точку А. Это сооружения попадает в зону действия распределения компонентов напряжения от подземных тоннелей. Требуется оценить напряженное состояния точки А с помощью главных напряжений σ_1 , σ_2 и определить направления этих напряжений. Координаты точки А принимаем: $X=3$ м, $Z=5$ м. задач относится к плоским задачам напряженного состояния.

Решение. Сначала согласно заданным координатным показателя определяем состояния точки А (рис.2). Затем из прямоугольных треугольников АВД и АСД определяем угол видимости α , таки образом:

Из треугольника АВД

$$(\alpha + \beta) = \frac{ВД}{АД} = \frac{5,0}{5,0} = 1,0, \text{ здесь } \alpha + \beta = 45^\circ,$$

из треугольника АСД

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{СД}{АД} = \frac{1,0}{5,0}, \text{ отсюда } \beta = 11^\circ 20', \text{ тогда } \alpha = (\alpha + \beta) - \beta = 45^\circ - 11^\circ 20' = 33^\circ 40'.$$

Если величины угла α выразить радианом, тогда получим:

$$\arccos \alpha = \frac{\pi \alpha}{180^\circ} = \frac{3,14 \cdot 33^\circ 40'}{180^\circ} = 0,588$$

С учетом величины угла α , главные напряжения получают значения:

$$\sigma_1 = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin \alpha) = \frac{0,3}{3,14} (0,588 + 0,544) = 0,109 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = \frac{q}{\pi} (\alpha - \sin \alpha) = \frac{0,3}{3,14} (0,588 - 0,544) = 0,00325 \text{ МПа}$$

Таким образом, величины главных напряжений определили. Согласно этим напряжениям можно выбрать материалы, сопротивляемость которых будет соответствовать этим компонентам напряжений.

Выводы

1. Установлено, что глубина заложения тяжелых подземных сооружений сильно влияет на напряженное состояние коммуникационных сооружений находящиеся по соседству с ними.
2. Определены главные компоненты напряжений на поверхности коммуникационных сооружений от тяжелых подземных сооружений, которые позволяют выбрать материал конструкций для коммуникационных сооружений воспринимающие этих напряжения.
3. Построенный эллипсоид главных напряжений, который позволяют оценить напряженное состояние коммуникационных сооружений, находящихся под влиянием действующих нагрузок от тяжелого подземного сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Березанцев В.Г. расчет прочности оснований сооружений. М.: Стройиздат, 1960-360с.
2. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкции на упругом основании. М.: «Стройиздат», 1984- 680с.
3. Мустадаев А.А. Механика грунтов (учебник для вузов на азерб. яз.) Изд. «Маариф», Баку-1973-304с.
4. Самедов А.М., Иванова Н.Н. Деформирование малоэтажных зданий от компонентов напряжений высотных домов, находящихся по соседству с ними. Журнал/ НДІБВ. «Нові технології в будівництві», М.: 12(12), Киев, 2006г.-с. 14-г19.
5. Самедов А.М. Расчет и проектирование оснований и фундаментов (ученик для вузов на азерб. яз.) Изд «Маариф», Баку- 1992г.- 495с.
6. Цытович Н.А. и др.. Основания и фундаменты Изд. «Высшая школа», М.: 1970г.-382с.